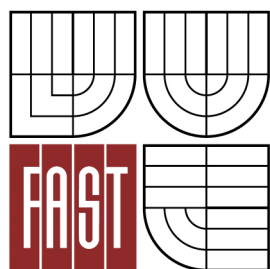




**VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ**  
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



**FAKULTA STAVEBNÍ**  
**ÚSTAV BETONOVÝCH A ZDĚNÝCH KONSTRUKCÍ**

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING  
INSTITUTE OF CONCRETE AND MASONRY STRUCTURES

# **NOSNÁ KONSTRUKCE NEMOCNIČNÍHO PAVILONU**

LOAD-BEARING STRUCTURE OF HOSPITAL PAVILION

**DIPLOMOVÁ PRÁCE**  
DIPLOMA THESIS

**AUTOR PRÁCE**  
AUTHOR

**Bc. JIŘÍ HŮRKA**

**VEDOUCÍ PRÁCE**  
SUPERVISOR

**prof. Ing. IVAILO TERZIJSKI, CSc.**

BRNO 2015




# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

**Studijní program** N3607 Stavební inženýrství  
**Typ studijního programu** Navazující magisterský studijní program s prezenční formou studia  
**Studijní obor** 3607T009 Konstrukce a dopravní stavby  
**Pracoviště** Ústav betonových a zděných konstrukcí

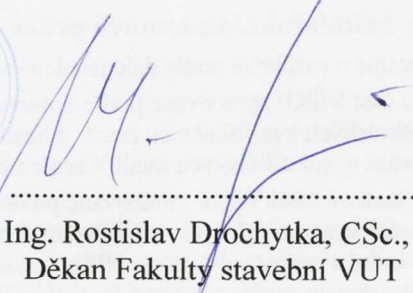
## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

**Diplomant** Bc. Jiří Hůrka  
**Název** Nosná konstrukce nemocničního pavilonu  
**Vedoucí diplomové práce** prof. Ing. Ivailo Terzijski, CSc.  
**Datum zadání diplomové práce** 31. 3. 2014  
**Datum odevzdání diplomové práce** 16. 1. 2015

V Brně dne 31. 3. 2014

  
.....  
prof. RNDr. Ing. Petr Štěpánek, CSc.  
Vedoucí ústavu



  
.....  
prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc., MBA  
Děkan Fakulty stavební VUT

## Podklady a literatura

Půdorysná dispozice budovy, tvar budovy, řezy. Vybavení. Geotechnické poměry.

Platné ČSN EN zejména:

ČSN EN 1990 včetně změny A1: Zásady navrhování konstrukcí.

ČSN EN 1991-1-1 (730035)

Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-1: Obecná zatížení - Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb.

ČSN EN 1991-1-3 (730035) Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-3: Obecná zatížení - Zatížení sněhem

ČSN EN 1992-1-1 Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby

ČSN 013481:1987/1 Výkresy stavebních konstrukcí. Výkresy betonových konstrukcí.

Další odborná literatura doporučená vedoucím diplomové práce.

## Zásady pro vypracování (zadání, cíle práce, požadované výstupy)

Navrhnete nosnou železobetonovou konstrukci pro zadaný objekt. Podstatou práce by mělo být především:

Návrh koncepce nosné konstrukce.

Stanovení a výpočet všech relevantních zatížení konstrukce.

Statické řešení celé konstrukce nebo její podstatné části.

Návrh průřezů a vyztužení vybraných částí konstrukce.

Zpracování výkresové dokumentace v rozsahu odpovídajícím řešeným částem konstrukce.

Požadované výstupy:

Textová část (obsahuje průvodní zprávu a ostatní náležitosti podle níže uvedených směrnic)

Přílohy textové části:

P1. Použité podklady

P2. Výkresy - přehledné, podrobné a detaily (v rozsahu určeném vedoucím diplomové práce).

P3. Statický výpočet (v rozsahu určeném vedoucím diplomové práce)

O zpracovávání specializované části k DP bude rozhodnuto vedoucím DP v průběhu práce studenta na zadaném tématu.

Prohlášení o shodě listinné a elektronické formy VŠKP (1x).

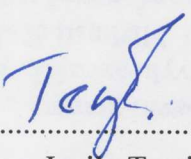
Popisný soubor závěrečné práce (1x).

Diplomová práce bude odevzdána v listinné a elektronické formě podle směrnic a 1x na CD.

## Struktura bakalářské/diplomové práce

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část VŠKP zpracovaná podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (povinná součást VŠKP).
2. Přílohy textové části VŠKP zpracované podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (nepovinná součást VŠKP v případě, že přílohy nejsou součástí textové části VŠKP, ale textovou část doplňují).

  
.....  
prof. Ing. Ivailo Terzijski, CSc.  
Vedoucí diplomové práce

## **Abstrakt**

Diplomová práce je zaměřena na návrh vybraných částí nosné konstrukce nemocničního pavilonu. Konstrukci tvoří železobetonový skelet s dodatečně provedeným samonosným obvodovým pláštěm. Vybranými částmi konstrukce jsou lokálně podepřená deska, sloupy, základová patka a schodiště. Model konstrukce byl sestaven v programu RFEM5. Vnitřní síly lokálně podepřené desky byly ověřeny ručním výpočtem. Součástí práce je technická zpráva, statický výpočet a výkresová dokumentace řešených částí.

## **Klíčová slova**

Lokálně podepřená stropní deska, protlačení, sloup, základová patka, vnitřní síly, dimenzování, železobeton, výztuž, nemocnice, schodiště, interakční diagram, zatížení

## **Abstract**

The thesis is focused on the design and assessment of selected elements of load-bearing structure of hospital pavilion. This pavilion consisted of board frame with additionally lined self-supporting perimeter cover. Selected elements of the structure are locally supported slab, columns, foundation pad and staircase . Computational model was assembled of the software RFEM5. Internal forces locally supported slab were verified by manual calculation. The design documentation consist of engineering report, structural analysis and shape and reinforcements drawings of selected structural elements.

## **Keywords**

locally supported slab , punching shear, column, foundation pad, internal forces, design of structures, reinforced concrete, reinforcement, hospital, staircase, interaction diagram, load  
...

## **Bibliografická citace VŠKP**

Bc. Jiří Hůrka. *Nosná konstrukce nemocničního pavilonu*. Brno, 2015. 18 s., 100 s. příl.  
Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav betonových a  
zděných konstrukcí. Vedoucí práce prof. Ing. Ivailo Terzijski, CSc.

**Prohlášení:**

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 16.1.2015

.....  
podpis autora  
Bc. Jiří Hůrka

**Poděkování:**

Děkuji tímto vedoucímu diplomové práce panu prof. Ing. Ivailu Terzijskému, CSc., za poskytnutý čas a odborné vedení práce. Dále bych rád poděkoval svým rodičům za podporu v průběhu celého studia.

## **Obsah:**

<b>1</b>	<b>Úvod .....</b>	<b>8</b>
<b>2</b>	<b>Technická zpráva .....</b>	<b>9</b>
2.1	Popis území stavby .....	9
2.2	Celkový popis stavby .....	9
2.3	Zásady organizace výstavby .....	11
<b>3</b>	<b>Průvodní zpráva ke statickému výpočtu .....</b>	<b>12</b>
3.1	Obecně .....	12
3.2	Materiály .....	12
3.3	Zatížení .....	12
3.4	Lokálně podepřená deska .....	12
3.5	Sloupy .....	13
3.6	Základová patka .....	13
3.7	Schodiště .....	13
3.8	Posouzení průhybu lokálně podepřené desky .....	14
<b>4</b>	<b>Závěr .....</b>	<b>15</b>
	<b>Seznam použitých zdrojů .....</b>	<b>16</b>
	<b>Seznam příloh .....</b>	<b>18</b>



# 1 Úvod

Cílem diplomové práce je navrhnout vybrané části nosné konstrukce nemocničního pavilonu. Jedná se o čtyřpodlažní novostavbu půdorysných rozměrů 32x26 m (čtvrté patro tvoří pouze nástavba pro vzduchotechniku). K pavilonu náleží schodišťový prostor o rozměrech 6,6x4,8 m. Nosnou konstrukci tvoří deskový železobetonový skelet bez vnitřních ztužujících stěn s dodatečně provedeným samonosným obvodovým pláštěm. Práce se zabývá návrhem a posouzením lokálně podepřené desky nad 1.NP, vybranými sloupy, základovou patkou pod nejvíce namáhaným sloupem a prostorem schodiště.

## **2 Technická zpráva**

### **2.1 Popis území stavby**

#### **2.1.1 Popis území stavby**

Stavba se nachází v areálu Kyjovské nemocnice. Pozemek je travnatý, mírně svažité, se sklonem do 5°. V okolí se nenachází žádný vodní tok.

#### **2.1.2 Provedené průzkumy a rozbory**

V uvažované lokalitě nebyl před započítím stavby proveden žádný průzkum.

#### **2.1.3 Stávající ochranná a bezpečnostní pásma**

Na pozemku pod stavbou se nenacházejí žádná ochranná pásma inženýrských sítí

#### **2.1.4 Poloha vzhledem k záplavovému území**

Pozemek je mimo záplavové a poddolované území

### **2.2 Celkový popis stavby**

#### **2.2.1 Účel užívání stavby**

V pavilonu budou umístěna oddělení chirurgie, RTG a centrální sterilizace. Dispozice objektu je koncipována tak, aby nedocházelo ke křížení čistých a nečistých provozů.

První podlaží je využito pro technické zázemí provozu (sklady, umývárny). Doprava materiálu je zajištěna pomocí dvou výtahů. Jeden pro sterilní materiál a druhý pro použitý materiál určený k dezinfekci a sterilizaci.

Ve druhém podlaží se nachází oddělení RTG, skiografie/tomografie.

Třetí podlaží je vyhrazeno pro čtyři operační sály a centrální sterilizaci. Jeden operační sál superaseptický a tři aseptické. Každý sál je vybaven klimatizací.

Čtvrté podlaží tvoří zázemí se vzduchotechnikou pro provoz operačních sálů.

### **2.2.2 Základní technický popis stavby**

Konstrukčně se jedná o železobetonový monolitický skelet s dodatečně provedeným samonosným obvodovým pláštěm. Budova je v podélném směru pětitrakt a v příčném čtyřtrakt. Rozteč sloupů v podélném směru: krajní 6,0 m a vnitřní 6,4 m, rozteč sloupů v příčném směru: jedno krajní pole 7,2 m ostatní pole 6,0 m. Konstrukční výška nejnižšího podlaží je 3,6 m, následující dvě podlaží mají konstrukční výšku 3,84 m a strojovna na střeše 3,95 m. Rozměry sloupů 450x450 mm. Stropní deska nad 1.NP je vysoká 250 mm, ostatní 200 mm.

Založení objektu je pod sloupy řešeno pomocí základových patek a pod zděným obvodovým pláštěm soustavou základových pasů. Jedná se o nenáročnou konstrukci v jednoduchých geologických podmínkách → 1. geotechnická kategorie.

### **2.2.3 Požární bezpečnost**

Jedná se o objekt s nehořlavým konstrukčním systémem. Požadovaná požární odolnost je zajištěna krytím výztuže.

### **2.2.4 Hygienické požadavky**

Stavba splňuje hygienické předpisy odpovídající druhu objektu.

Stavba nebude po dokončení působit negativním vlivem na okolí. Při provádění stavebních prací je zhotovitel stavby povinen:

- při provádění stavebních prací používat pouze stroje v dokonalém technickém stavu, splňující příslušné hlukové limity. Při provozu hlučných strojů v blízkosti zástavby při překročení hygienických limitů nutno používat pasivní ochranu (kryty, zástěny...)
- povinen k práci používat pouze stroje splňující příslušné emisní normy. Nasazování strojů se spalovacími motory omezovat na nejmenší možnou míru, zajišťovat seřízení motorů a dodržovat pravidelné technické prohlídky.

### **2.2.5 Vliv stavby na životní prostředí**

Negativní vliv na životní prostředí bude mít stavba pouze po dobu výstavby. Dodavatel musí po dobu výstavby minimalizovat prašnost, hlučnost a dbát na ochranu stávající zeleně, v neposlední řadě zabránit kontaminaci podzemní vody.

### **2.2.6 Ochrana životního prostředí**

Při nakládání s odpady, které vzniknou v důsledku stavebních prací, se zhotovitel musí řídit zákonem o odpadech 185/2001 Sb. Odpadový materiál bude odvážen na řízenou skládku.

### **2.2.7 Bezpečnost při provádění nosných konstrukcí**

Při provádění stavebních prací je nutno dodržovat Nařízení vlády č. 362/2005 Sb. a č. 591/2006 Sb. o bezpečnosti práce a technických zařízeních při stavebních pracích.

Při provádění bude postupováno dle platných norem ČSN pro jednotlivé stavební práce. Během všech fází výstavby musí být zajištěna stabilita budovaných konstrukcí.

## **2.3 Zásady organizace výstavby**

### **2.3.1 Bezpečnost a ochrana zdraví třetích osob**

Staveniště bude oploceno do výše dvou metrů oplocením s vjezdovou brankou.

V případě znečištění komunikací či chodníků je nutno urychleně toto znečištění odstranit.

### **2.3.2 Uspořádání a bezpečnost staveniště z hlediska ochrany veřejných zájmů**

Během výstavby musí být zachován přístup do přilehlých staveb a k sousedním pozemkům a k požárním zařízením

### **3 Průvodní zpráva ke statickému výpočtu**

#### **3.1 Obecně**

Výpočet je součástí přílohy B1, je rozdělen celkem do sedmi kapitol: geometrie konstrukce, zatížení, výpočet lokálně podepřené desky, návrh sloupů, výpočet základové patky E2, návrh a posouzení schodiště a posouzení deformací bodově podepřené desky. Pavilon byl modelován v softwaru firmy Dlubal Software s.r.o. – RFEM5. Vnitřní síly z tohoto modelu byly ověřeny ručním výpočtem. Pro ověření návrhu základové patky byl použit program GEO5 – Patky společnosti Fine spol. s.r.o.

#### **3.2 Materiály**

Nosné konstrukce kromě základové patky jsou navrženy z betonu C30/37. Jelikož se jedná o beton uvnitř budov s nízkou vlhkostí, je třída vlivu prostředí XC1. Vyztužení bude provedeno z betonářské oceli B500B.

#### **3.3 Zatížení**

Výpočet zatížení je proveden na začátku statického výpočtu. Řeší komplexně celý pavilon, včetně zatížení střechy, strojovny VZT a v neposlední řadě také zatížení části konstrukce pavilonu zemním tlakem.

#### **3.4 Lokálně podepřená deska**

Dimenzování a posuzování průřezů bylo provedeno na železobetonovém skeletu bez samonosného obvodového pláště.

Výpočet začíná ručním výpočtem ohybových momentů pomocí metody součtových momentů, který je následně verifikován výstupy ze softwaru RFEM5. Redukce nadpodporových momentů byla provedena vyjmutím části stropní desky odpovídající rozměrům sloupu, pomocí speciálního typu podpory. Zohlednění vlivu redistribuce bylo dosaženo pomocí použití průměrovaných oblastí odpovídajících šířce sloupového pruhu. Následuje návrh a posouzení ohybové vyztuže při dolním a horním povrchu.

Výpočet protlačení desky sloupem je ručně proveden pro nejvíce namáhaný sloup E2. Protlačovací síla  $V_{ed}$  byla stanovena jako reakce bodově podepřené desky (rozdíl normálové síly nad a pod deskou). Pro posouzení krajního a rohového sloupu byl použit program FIN-EC Protlak.

### 3.5 Sloupy

Pro návrh a posouzení výztuže sloupů byly stanoveny vnitřní síly v hlavě a patě sloupů, zvláště pro směr X a Y. Byla stanovena účinná délka sloupů a dopočítány návrhové ohybové momenty se zohledněním vlivu imperfekcí. Návrh výztuže byl proveden pomocí nomogramů uvedených v *Navrhování betonových konstrukcí: příručka k ČSN EN 1992-1-1 a ČSN EN 1992-1-2*. Z odečtené hodnoty  $\omega$  bylo zřejmé, že výztuž postačí navrhnout na minimální stupeň vyztužení. Posouzení sloupů bylo provedeno pomocí interakčních diagramů.

### 3.6 Základová patka

Jelikož z podkladů nejsou základové poměry zřejmé, byly pro účely diplomové práce převzaty ze semestrální práce z předmětu Geologie. Základová spára se nachází v jemnozrnné zemině třídy F6 - o únosnosti by mohla rozhodovat krátkodobá únosnost. Z tohoto důvodu byl proveden posudek jak krátkodobé únosnosti (neodvodněné), tak dlouhodobé únosnosti a odolnosti proti usmyknutí. Následuje návrh a posouzení ohybové výztuže a posouzení na protlačení. Pro ověření výsledků ručního výpočtu byl použit program GEO5-Patky. V tomto programu byl proveden také posudek druhého mezního stavu.

### 3.7 Schodiště

Schodiště je navrženo jako monolitické s prefabrikovanými schodišťovými stupni. Z hlediska idealizace konstrukce bylo schodišťové rameno idealizováno jako kloubově uložený prostý nosník (kloubové uložení zajišťuje systémový prvek H-Bautechnik HTV). Odhlučnění schodiště zajišťují systémové prvky HTV a izolační pásy TSP.

Schodišťová podesta byla pro potřeby výpočtu idealizována jako vetknutý nosník do přilehlého obvodového zdiva. Pro dimenzování ohybové výztuže byla rozdělena na dvě části, část přenášející vlastní tíhu, ostatní stálé zatížení + užité zatížení a část přenášející stálá zatížení +

užitná a přetížení od schodišťových ramen. Ohybová výztuž pro část přenášející tíhu schodišťových ramen byla realizována formou přílozek k základnímu rastru výztuže podesty.

### **3.8 Posouzení průhybu lokálně podepřené desky**

Výpočet probíhal pouze v programu RFEM5 s použitím přídatného modulu RF-CONCRETE Surfaces, jako nelineární, se zohledněním dotvarování, smršťování a tahovým zpevněním betonu. Železobetonová deska byla v programu vyztužena dle statického výpočtu.

Při výpočtu byly použity dva modely konstrukce:

- Model se zcela vyloučeným spolupůsobením obvodového pláště (konstrukci tvoří pouze železobetonový skelet), kdy výsledná deformace je na hranici kritéria  $L/250$ , konkrétně 23mm.
- Model se spolupůsobícím obvodovým pláštěm, který byl modelován pomocí prvku typu zdívo s prakticky vyloučeným tahovým namáháním. Pro stabilitu výpočtu bylo nutné do otvorů vložit tahové překlady. Výsledná deformace je o  $2/3$  menší než v případě samotného železobetonového skeletu.

## **4 Závěr**

Vybrané nosné části objektu nemocničního pavilonu byly navrženy dle platných norem. Součástí přílohy textové části jsou statický výpočet a výkresová dokumentace vybraných částí konstrukce.

Navržená konstrukce byla shledána jako vyhovující.

V Brně dne 16.1.2015

.....  
podpis autora  
Bc. Jiří Hůrka



## Seznam použitých zdrojů

### Seznam použitých norem:

- [1] ČSN EN 1990. Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí, Praha: ČNI, 2004
- [2] ČSN EN 1991-1-1. Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-1: Obecná zatížení – Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb, Praha: ČNI, 2004
- [3] ČSN EN 1992-1-1. Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla pro pozemní stavby a inženýrské stavby, Praha: ČNI, 11/2006. Oprava 1 7/2009.

### Seznam ostatní literatury:

- [4] PROCHÁZKA, Jaroslav. *Navrhování betonových konstrukcí: příručka k ČSN EN 1992-1-1 a ČSN EN 1992-1-2*. 1. vyd. Praha: Pro Ministerstvo pro místní rozvoj a Českou komoru autorizovaných inženýrů a techniků činných ve výstavbě (ČKAIT) vydalo Informační centrum ČKAIT, 2010, 330 s. Technická knihovna (ČKAIT). ISBN 978-80-87438-03-9.
- [5] ZICH, Miloš. *Příklady posouzení betonových prvků dle eurokódů: příručka k ČSN EN 1992-1-1 a ČSN EN 1992-1-2*. 1. vyd. Praha: Dashöfer, 2010, 145 s. Technická knihovna (ČKAIT). ISBN 978-80-86897-38-7.
- [6] MASOPUST, Jan. *Navrhování základových a pažicích konstrukcí: příručka k ČSN EN 1997*. 1. vyd. Praha: Pro Českou komoru autorizovaných inženýrů a techniků činných ve výstavbě vydalo Informační centrum ČKAIT, 2012, 208 s. ISBN 978-80-87438-31-2.

### Seznam dalších použitých zdrojů:

- [7] Tipka, M. - Novák, J. - Vašková, J. *Analýza metod výpočtu železobetonových lokálně podepřených desek: Textová část výstup grantu FRVŠ 905/2011/G1 - Analýza metod výpočtu železobetonových lokálně podepřených desek* Praha, 2011

[8] <http://www.h-bau.de/>

[9] <http://www.jpcz.cz/>

[10] <http://www.nemkyj.cz/>

### **Výkresové podklady:**

[11] Půdorysy jednotlivých podlaží pavilonu, příslušné řezy.

### **Použitý software:**

[12] Microsoft Word, Microsoft Corporation

[13] VC master, Veit Christoph GmbH

[14] Dlubal RFEM 5.03 64-bit, Ing. Software Dlubal s.r.o.

[15] RuckZuck 6.0, Mursoft Wörgötter, Kump OEG

[16] Advance Concrete, Autodesk, Inc.

[17] Autodesk AutoCAD 2014, Autodesk, Inc.

[18] GEO5 -Patky, Fine spol. s r.o.

[19] FIN EC -Protlak, Fine spol. s r.o.

**Seznam příloh:**

- B.1            Statický výpočet
- B.2            Výkresová dokumentace
- B.3            Podklady